

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 551.21+550.3

ТОКАРЕВ П. И.

ИЗВЕРЖЕНИЕ ВУЛКАНА КЛЮЧЕВСКОГО В МАРТЕ — ИЮНЕ 1984 г.
И ОЦЕНКА ЕГО СОСТОЯНИЯ ПО ОПЕРАТИВНЫМ ДАННЫМ

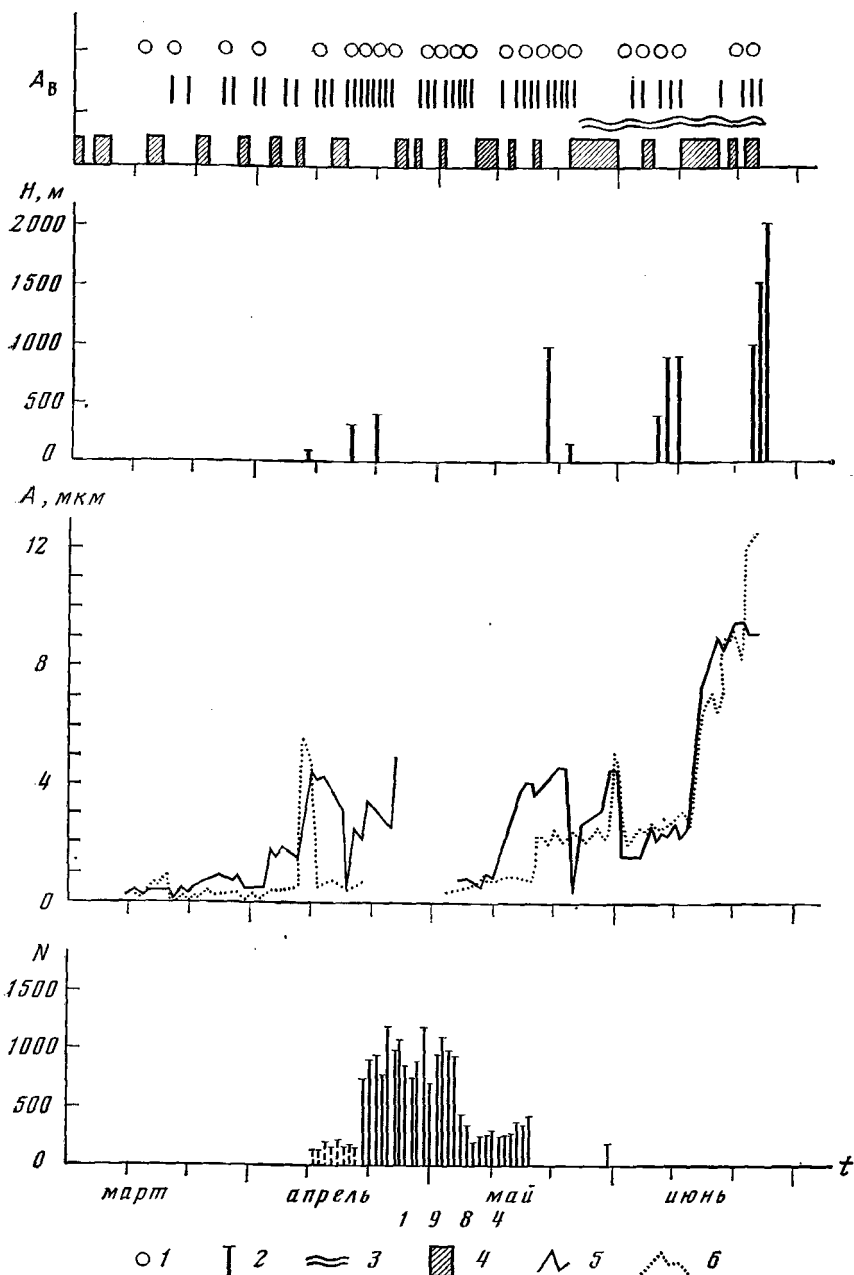
После прекращения извержения побочного кратера Предсказанного, происходившего на северо-восточном склоне вулкана Ключевского с 8 марта по 27 июня 1983 г. [1, 5], центральный кратер вулкана находился в спокойном состоянии, проявляя по временам обычную для него фумарольную деятельность.

10 марта 1984 г. появилось непрерывное низкочастотное вулканическое дрожание с амплитудой $A=0,2$ мкм (на расстоянии 14 км от вулкана) и периодом колебаний $T=0,4-0,5$ с. В кратере начали происходить парогазовые и газопепловые выбросы на высоту нескольких сот метров. С 12 марта по ночам над кратером наблюдалось свечение. Извержение постепенно усиливалось. 10 апреля амплитуда дрожания достигала 4–5 мкм. В период с 10 апреля по 15 мая происходили довольно сильные взрывы с выбросом бомб на высоту 300–1000 м над кратером, на расстоянии 10–30 км от вулкана часто слышались звуки взрывов, по ночам над кратером наблюдалось зарево и видны были раскаленные бомбы. На сейсмограммах сейсмических станций, расположенных на расстоянии 10–30 км от вулкана, ежедневно регистрировалось от 200 до 1200 взрывных землетрясений.

22 мая из кратера по желобу в северной части склона вулкана начал изливаться лавовый поток, длина которого 31 мая достигла 1,8 км. Его нижний конец уперся в ледник Эрмана. Лава расплавляла снег и лед, и образовался грязевой поток, длина которого около 4 км. В ночное время лавовый поток ярко светился, и его хорошо было видно из г. Ключи. Одновременно с излиянием лавы продолжались взрывы. Высота полета бомб достигала 400–800 м. Канонада взрывов часто слышалась в г. Ключи (расстояние 32 км) и на сеймостанциях Апахончич и Подкова (расстояние 10–14 км). В кратере вулкана продолжал расти шлаковый конус, постепенно заполняя его. В настоящее время (25 июня 1984 г.) в некоторых местах высота внутренних стенок кратера настолько уменьшилась, что через них лава начала изливаться на внешние склоны вулкана. Уже 24–25 июня наблюдалось излияние лавы на западный и восточный склон вулкана, она продолжала стекать и по северному склону. В последние дни высота выбросов бомб и пепла возросла до 2–3 км, значительно возросла амплитуда вулканического дрожания. Микробарографы, установленные в г. Ключи и на сеймостанции Апахончич, регистрируют ежедневно 10–15 тысяч взрывов. Некоторые характеристики активности центрального кратера вулкана Ключевского в марте — июне 1984 г. представлены на рисунке.

Наблюдения за центральным кратером вулкана Ключевского показали, что перед пароксизмальным извержением 1 января 1945 г. кратер был полностью заполнен твердыми продуктами извержений. Во время пароксизмального взрыва все они были выброшены, и дно кратера опустилось на глубину 450–500 м. В результате серии слабых межпароксизмальных извержений, происходивших в 1954–1983 гг., кратер постепенно заполнялся, и уже в 1979 г. при извержении лава начала вытекать через его край на внешний склон конуса вулкана. В настоящее время кратер заполнен полностью, т. е. созрели условия для нового пароксизмального взрыва. По долгосрочному прогнозу [4] пароксизмальное извержение с вероятностью $\frac{2}{3}$ ожидалось в 1967–1975 гг. При анализе состояния Ключевского вулкана в мае 1978 г. предполагалось, что в ближайшие два года возможны излияния лавы из центрального кратера и может произойти пароксизмальное извержение. Таким образом, в настоящее время вероятность пароксизмального извержения очень велика.

Последнее пароксизмальное извержение вулкана Ключевского происходило 1 января 1945 г., когда на Камчатке не было ни одной сейсмической станции, поэтому нет никаких данных для его краткосрочного прогноза. Однако по описанию предыдущего извержения [3] можно наметить в общих чертах ход подготовки пароксизмального извержения. Приблизительно за месяц до пароксизма в центральном кратере начнется



Характеристики активности центрального кратера вулкана Ключевского с 1 марта по 25 июня 1984 г. (по оперативным данным). A_B — активность вулкана (1 — свечение над кратером; 2 — взрывы с выбросом бомб и пепла; 3 — излияние лавы; 4 — нет видимости, вулкан закрыт облаками); H — высота полета бомб и подъема пепловой тучи над кратером; A — амплитуда вулканического дрожания (данные сейсмостанций: 5 — Апахончич и 6 — Подкова), N — число взрывных землетрясений за сутки в апреле — мае 1984 г. на сейсмостанциях Ключи (пунктирные линии) и Апахончич (сплошные линии)

слабое извержение, стромболианского типа, чередующееся с извержениями вулканического типа. Оно будет постепенно усиливаться, а за неделю начнут появляться периоды длительностью 10—100 мин непрерывного истечения газоагломератовой струи из кратера, перемежающиеся периодами покоя или слабой активности. Высота полета бомб увеличится до 1—2 км, а высота подъема пепловой тучи над кратером — до 5—8 км. Соответственно усилению извержения будет возрастать и амплитуда вулканического дро-

жания. За 1—7 дней до пароксизма могут появиться землетрясения 9—11-го энергетического класса, часть из которых будет ощущаться силой 3—5 баллов на расстоянии до 30 км от вулкана (в г. Ключи и на сейсмостанциях Апахончич и Подкова).

Судя по расходу магмы центрального кратера вулкана Ключевского (1200—1900 кг/с) и периоду покоя ($T_1 \approx 40$ лет), при извержении может быть выброшено $(1,5—2,4) \cdot 10^{12}$ кг лавы и рыхлых пород, что в переводе на плотную породу $(2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3)$ составит 0,6—1,0 км³. При извержении пепловая туча может подняться на высоту 15—20 км. В радиусе 50 км от вулкана возможно выпадение пепла слоем 5 см. Заметные пеплопады будут наблюдаться на расстоянии до 1000 км. В зимнее время могут образоваться грязевые потоки, достигающие р. Камчатки. Согласно данным карты вулканического районирования [2] извержение прямой угрозы г. Ключи представлять не будет, хотя при южном ветре, который бывает в этом районе редко, слой выпавшего пепла может достичь 10 см. Интенсивные пеплопады в радиусе до 100 км могут снизить видимость до нулевой и затруднить работу наземного, речного и воздушного транспорта. Сильная электризация воздуха и частые грозовые разряды, возникающие в пепловой туче, на расстоянии до 100 км нарушат электросвязь, могут повредить низковольтную аппаратуру, кабельные линии и антенны. Полет самолетов через пепловую тучу, даже не очень плотную, опасен, так как пепел может нарушить работу двигателя и от соударений с его частицами стекла кабины могут стать матовыми, что затруднит пилотам обзор. Растительность пастбищ, покрытая пеплом, опасна для животных. Поедая траву или мох, животные могут засорить пеплом пищеварительный тракт и погибнуть. Возникающие во время извержения землетрясения на расстоянии около 30 км от вулкана будут иметь силу не более 5 баллов и не несут угрозы населенным пунктам Камчатки. Пароксизмальное извержение продлится не более одних суток.

Судя по характеру заполнения кратера и учитывая долгосрочный прогноз, пароксизмальное извержение центрального кратера вулкана Ключевского может произойти в любое время, и поэтому необходимо быть готовым к нему уже сейчас. Постепенно возрастающая активность вулкана, начавшаяся в марте 1984 г., может закончиться пароксизмальным извержением. Поэтому необходимо усилить все доступные виды наблюдений за состоянием вулкана, а визуальные наблюдения на Камчатской вулканологической станции вести и в ночное время. С целью прогноза возможной области отложений пепла необходимо ежедневно получать от ГМС прогноз направления ветра в районе вулкана на высотах до 20 км.

Наиболее ценными источниками информации о состоянии вулкана, не зависящими от условий погоды, являются непрерывные сейсмологические наблюдения, наблюдения за взрывами в кратере с помощью микробарографов и за деформациями земной поверхности с помощью наклономеров, а также наблюдения за атмосферным электрическим полем. Существующая сеть сейсмических станций обеспечивает надежную регистрацию землетрясений с энергией более 10^6 Дж, однако недостаточна для регистрации взрывных землетрясений. Поэтому в ближайшее время необходимо установить на северо-восточном склоне вулкана Ключевского на расстоянии 5—6 км от его центра радиотелеметрическую сейсмическую станцию с регистрацией землетрясений непосредственно на вулканологической станции в г. Ключи. Установленные микробарографы на вулканологической станции и сейсмостанции Апахончич обеспечат надежную регистрацию воздушных волн при умеренных и сильных взрывах. Желательно увеличить число точек наблюдений за наклонами земной поверхности. Очень ценный материал о состоянии центрального кратера дают аэрофотосъемка, а также киносъемка и фотосъемка с точной привязкой кадров по времени. При больших извержениях для наблюдений за пепловой тучей полезно привлекать и радиолокаторы, расположенные в окрестностях вулканов. Не следует пренебрегать и простыми на первый взгляд визуальными наблюдениями, с записью последовательности событий и хотя бы приближенной их количественной оценкой, ибо человеческий глаз может заметить то, чего не смогут зарегистрировать приборы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Б. В., Гавриленко Г. М., Двигало В. Н., Овсянников А. А., Озеров А. Ю., Разина А. А., Токарев П. И., Хренов А. П., Чирков А. М. Активность вулканов Камчатки и Курильских островов в 1983 г.— Вулканол. и сейсмол., 1984, № 6.
2. Мархинин Е. К., Сирич А. Н., Тиммербаева К. М., Токарев П. И. Опыт вулcano-географического районирования Камчатки и Курильских островов.— Бюл. вулканол. ст., 1962, № 32, с. 52—70.
3. Пийп Б. И. Ключевская сопка и ее извержения в 1944—1945 гг. и в прошлом.— Тр. Лаб. вулканол., 1956, вып. 11, 312 с.
4. Токарев П. И. Долгосрочный прогноз извержений вулканов.— Вулканол. и сейсмол., 1979, № 3, с. 77—90.
5. Токарев П. И. Прогноз побочного извержения вулкана Ключевского в марте 1983 года.— Вулканол. и сейсмол., 1983, № 5, с. 3—8.